

Instalacja EnviroCat S10 o wydajności 10.000 m³/h do katalitycznego oczyszczania gazów z zanieczyszczonych związków organicznych





KATALITYCZNE SPALANIE LOTNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH EMITOWANYCH W PRZEMYSŁOWYCH GAZACH ODLOTOWYCH

Tadeusz Machej

*Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN
30-239 Kraków, ul. Niezapominajek*

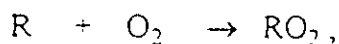
1. Wstęp

Lotne związki organiczne (LZO) zanieczyszczają powietrze bezpośrednio przez swoje toksyczne własności lub pośrednio jako prekursorzy ozonu. Ozon jest ważnym składnikiem smogu miejskiego. Produkowany jest on w wyniku oddziaływania LZO z tlenkami azotu (NO_x) według opisanego niżej schematu.

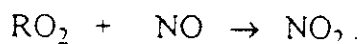
W troposferze LZO reagują z rodnikami hydroksylowymi produkując rodniki organiczne, na przykład:



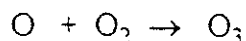
Rodniki organiczne reagują z tlenem tworząc rodniki nadtlenowe.



które utleniają NO do NO_2 :



W wyniku reakcji fotochemicznej NO_2 i tlenu powstaje ozon:



Ozon atakuje system oddychania [1]. Obniżenie stężenia ozonu w atmosferze jest zatem priorytetowym zadaniem. W zależności od stosunku LZO do NO_x tworzeniu ozonu można zapobiec obniżając emisję LZO lub NO_x . Jeżeli ten stosunek jest wyższy od 10, obniżenie emisji LZO jest mało efektywne w porównaniu z obniżeniem emisji NO_x . Poniżej tej wartości bardziej efektywne jest obniżenie emisji LZO.

LZO, oprócz tego, że mogą być prekursorami smogu, stanowią również zagrożenie dla życia ludzkiego, gdyż mogą być przyczyną powstawania nowotworów lub innych poważnych chorób, nawet gdy występują w małych stężeniach.

2. Metody oczyszczania gazów odlotowych od lotnych związków organicznych

Metody te można podzielić na takie, które pozwalają odzyskać LZO w celu ich ponownego użycia i takie, które niszczą zanieczyszczenia organiczne.

Adsorpcja i desorpcja na węglu aktywnym lub zeolitach hydrofobowych służy do odzyskiwania LZO. Ma ona, ze względu na koszty eksploatacyjne oraz ograniczenia związane ze zjawiskiem adsorpcji, ograniczone zastosowanie.

LZO mogą być niszczone na drodze spalania termicznego lub katalitycznego. Produktami spalania są CO_2 i H_2O . Idealnym rozwiązaniem byłoby, aby ciepło wywołone w trakcie utleniania LZO samo podtrzymywało proces spalania. W praktyce, stężenia LZO w gazach odlotowych są zbyt niskie, aby ciepło wywołone w trakcie ich spalania było wystarczające do podtrzymania procesu spalania (proces autotermiczny). Zwykle potrzebna jest dodatkowa energia dostarczana z zewnątrz.

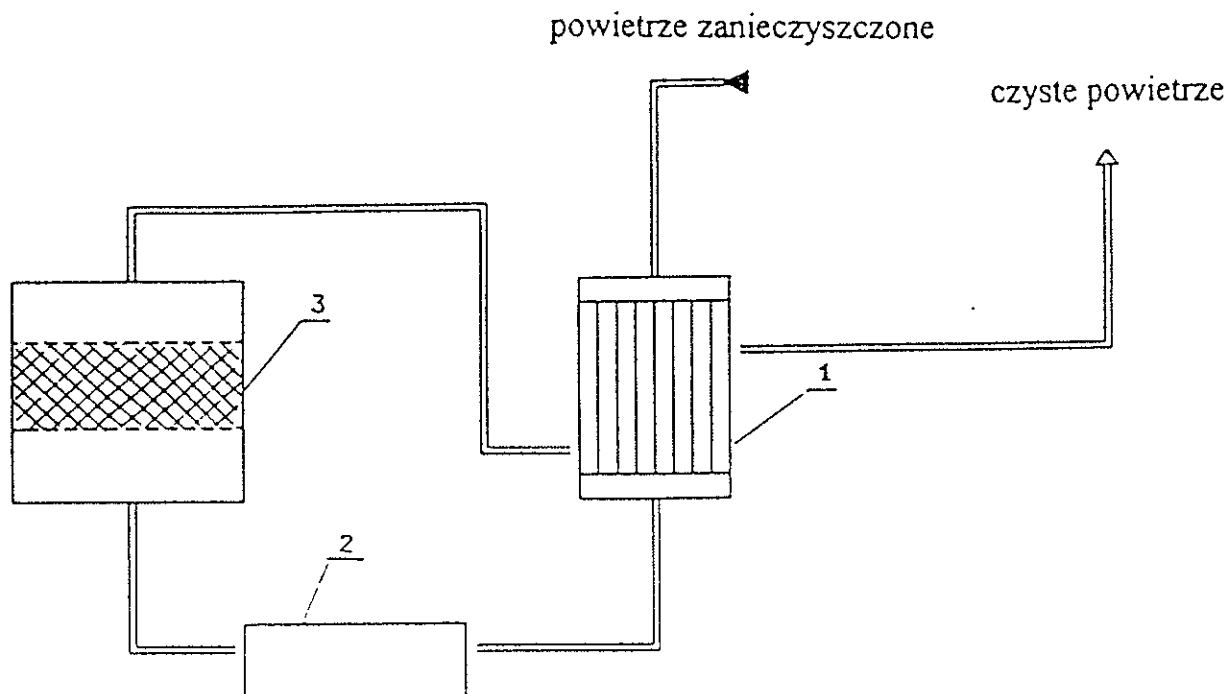
Utlenianie katalityczne przebiega w znacznie niższych temperaturach niż utlenianie termiczne. W zależności od rodzaju związków organicznych utlenianie termiczne przebiega w temperaturze 750 - 1150°C, podczas gdy utlenianie katalityczne w temperaturze 200 - 500°C. Dlatego też utlenianie katalityczne przebiega autotermicznie przy znacznie niższych stężeniach w porównaniu z utlenianiem termicznym. Nawet jeżeli utlenianie katalityczne nie jest autotermiczne, dodatkowa ilość energii potrzebna do prowadzenia procesu spalania jest ciągle mniejsza w porównaniu z utlenianiem termicznym. Dodatkowa ilość energii potrzebna do prowadzenia procesu oczyszczania gazów odlotowych ma decydujący wpływ na koszty eksploatacyjne.

Porównanie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Porównanie metody termicznej z katalityczną [2] (wg. Degussa).

	Spalanie termiczne	Metoda katalityczna
Temperatura, °C	do 1200	350 - 680
Całkowity przepływ gazu, %	100	70
Koszty inwestycyjne, %	100	75 - 80
Koszty eksploatacyjne, %	100	50
Zużycie energii, %	100	10
Tworzenie pary wodnej, %	100	15
Emisja CO_2 , %	100	10
Emisja NO_x , %	znacząca	minimalna
Ograniczenia	problemy materiałowe (korozja)	czas życia katalizatora

Typowy schemat reaktora katalitycznego przedstawiony jest na Rys. 1. Gazy odlotowe przechodzą przez wymiennik ciepła 1, gdzie zostają wstępnie ogrzane, skąd przez podgrzewacz 2 przechodzą do reaktora katalitycznego 3, a następnie, po ponownym przejściu przez wymiennik ciepła 1, są odprowadzane do atmosfery.



Rys. 1. Schemat tradycyjnej instalacji do katalitycznego oczyszczania gazów odlotowych.

1 - wymiennik ciepła, 2 - grzejnik, 3 - reaktor

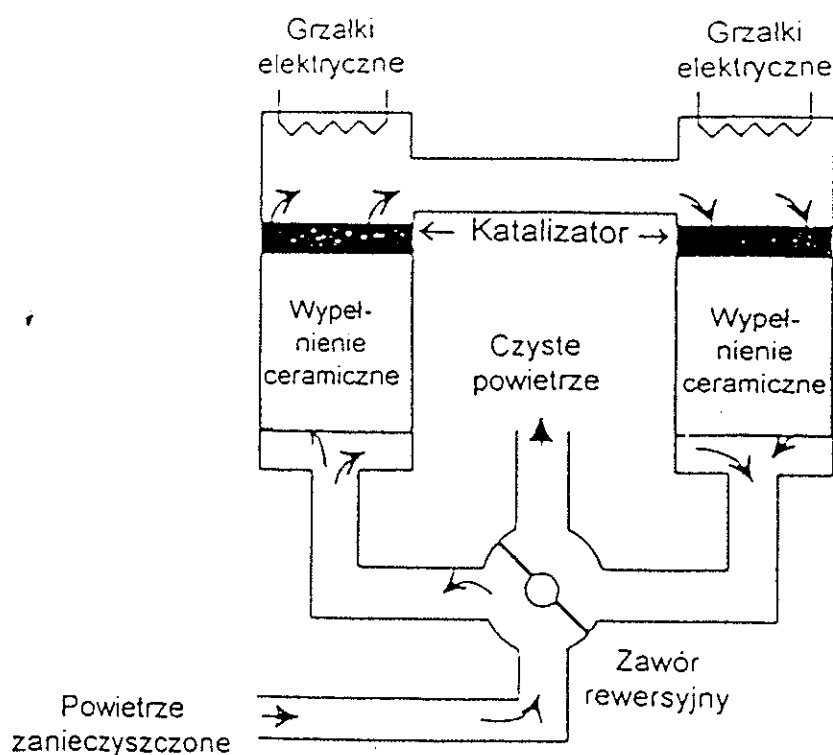
Głównym czynnikiem decydującym o kosztach procesu jest ilość ciepła, którą trzeba dostarczyć do strumienia gazu, aby ogrzać katalizator do temperatury koniecznej do zainicjowania katalitycznej przemiany zanieczyszczeń. W zależności od rodzaju zanieczyszczeń, typu katalizatora i obecności substancji powodujących dezaktywację katalizatora temperatura ta waha się od 200 do 400°C. Zużycie energii zależy głównie od wymiarów wymiennika ciepła i stężenia zanieczyszczeń w gazie odlotowym. Szczególnie energochłonne jest spalanie zanieczyszczeń o niskim stężeniu, ponieważ w tym przypadku ogrzewać trzeba wielkie masy powietrza, zawierające małą ilość zanieczyszczeń.

Zużycie energii można znacząco zredukować, jeśli zapobiegnie się odpływowi ciepła z reaktora. Można to osiągnąć zastępując reaktor przepływowy reaktorem rewersyjnym, w którym kierunek strumienia gazu przepływającego przez złożę katalizatora zmienia się periodycznie. Taki sposób prowadzenia procesu umożliwi zastąpienie wymiennika ciepła, w którym ciepło jest przekazywane pomiędzy gorącym gazem wylotowym a zimnym gazem wlotowym przez regenerator ciepła, w którym gorący gaz wylotowy przekazuje ciepło do materiału wypełniającego regenerator, a następnie ciepło to jest odbierane przez zimny gaz wchodzący do układu podczas następnej połowy cyklu. Umożliwia to zastosowanie bardzo efektywnych, małych i tanich regeneratorów zamiast dużych i drogich wymienników ciepła.

Tego typu układ do regeneracyjnego utleniania katalitycznego został opracowany 15 lat temu w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni Polskiej Akademii Nauk w Krakowie [3, 4].

3. Regeneracyjne utlenianie katalityczne (RUK)

Schemat takiego układu przedstawia Rys. 2, a wykres rozkładu temperatury w tego typu reaktorze pokazano na Rys. 3.

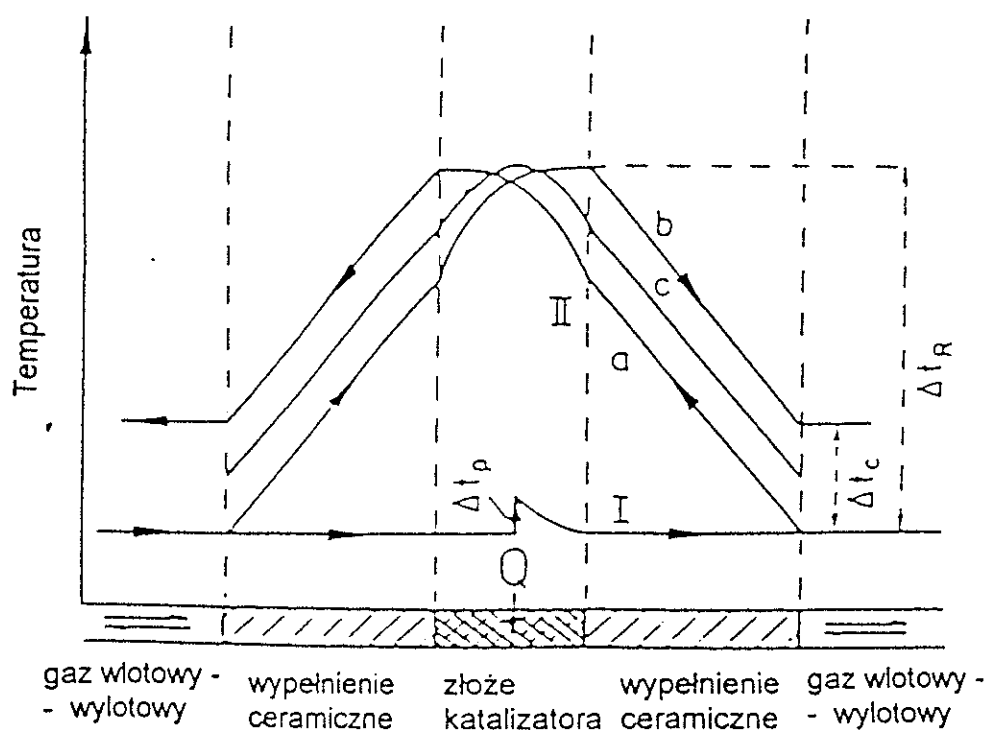


Rys. 2. Schemat układu do realizacji regeneracyjnego utleniania katalitycznego

Działanie układu do regeneracyjnego utleniania katalitycznego (RUK) można przedstawić schematycznie w następujący sposób:

Wchodzący gaz, zawierający LZO przechodzi przez warstwę gorącego wypełnienia ceramicznego, gdzie ogrzewa się do temperatury reakcji. Zanieczyszczenia organiczne są następnie utleniane na warstwach katalizatora w sposób autotermiczny (wykorzystując jedynie ciepło reakcji utlenienia) lub z niewielkim dodatkiem energii elektrycznej. Dalej gorący gaz przechodzi przez następne złożo ceramiczne, gdzie zostaje zakumulowane wyzwolone ciepło reakcji. Następnie kierunek przepływu gazu przez reaktor zostaje zmieniony i w ten sposób gorące złożo zostaje użyte do ogrzewania wchodzących gazów, a drugie jest ponownie podgrzewane. Kierunek przepływu gazów zmienia się regularnie, wytwarzając stan pseudo-stacjonarny.

Powtarzające się zmiany kierunku przepływu w reaktorze powodują wzrost temperatury katalizatora. Rozkład temperatury w reaktorze przedstawia krzywa II na Rys. 3.



Rys. 3. Rozkład temperatury w instalacji pokazanej na rys. 2.

Proces regeneracyjnego utleniania katalitycznego (RUK) różni się od konwencjonalnych metod katalitycznego oczyszczania gazów szeregiem czynników:

- kierunek strumienia gazu płynącego przez złożo katalityczne nie jest stały, lecz zmienia się periodycznie,
- ciepło potrzebne do zainicjowania reakcji nie jest dostarczane do strumienia gazu przed złożem katalitycznym, lecz bezpośrednio do środkowej części złoża katalizatora ,
- złożo katalityczne jest umieszczone pomiędzy dwiema warstwami wypełnienia ceramicznego, które akumulują ciepło pomiędzy kolejnymi zmianami kierunku przepływu gazu.

4. Charakterystyka reaktorów typu RUK

Równowagę cieplną wewnątrz reaktora charakteryzują wartości Δt_R i Δt_C (patrz Rys. 3), które opisują średnie wartości dla jednego cyklu. Stosunek $\Delta t_R / \Delta t_C$ opisuje sprawność cieplną reaktora typu RUK. Równowaga ta zależy od następujących czynników.

- własności cieplnych wypełnienia ceramicznego i katalizatora,
- liniowej i objętościowej szybkości przepływu gazu w reaktorze,
- ilości ciepła wprowadzonego z zewnętrznego źródła ciepła, oraz
- częstotliwości zmian kierunku przepływu.

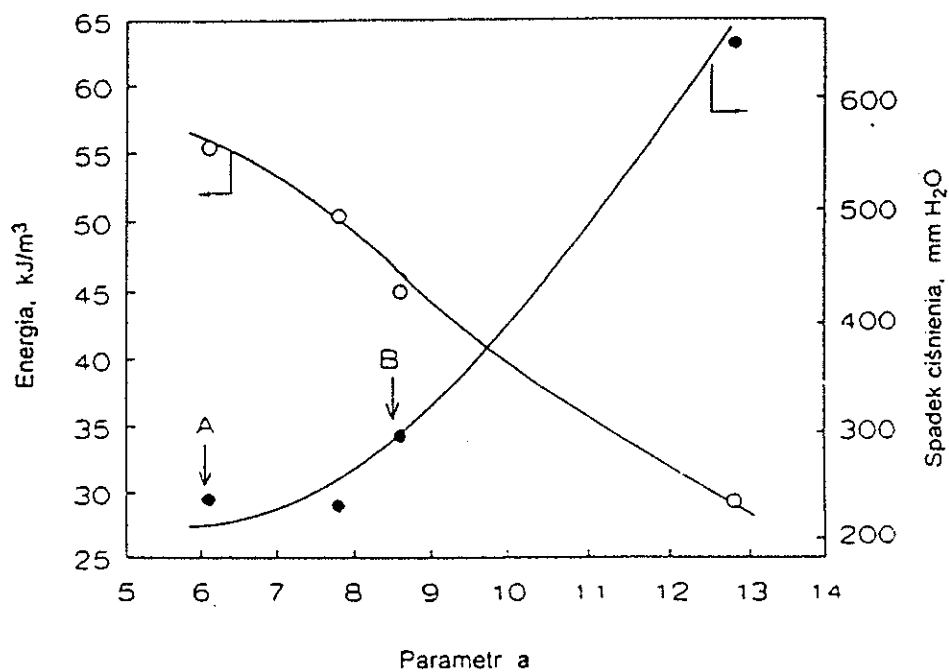
Ważnym czynnikiem, z punktu widzenia kosztów eksploatacji, jest, proporcjonalna do stężenia LZO, minimalna energia potrzebna do autotermicznego przebiegu procesu, tj. takiego, gdy efekt cieplny reakcji utleniania zanieczyszczeń organicznych wystarcza do podtrzymania wymaganej temperatury katalizatora. Wielkość ta jest ściśle związana ze sprawnością wymienników ciepła. Ceramiczne regeneratory rewersyjne osiągają sprawność odzysku ciepła dochodzącą do 95 % i dlatego pracę autotermiczną osiąga się przy znacznie niższych stężeniach LZO w porównaniu z reaktorami zaopatrzonymi w klasyczne rekuperatory ciepła.

Minimalna energia potrzebna do autotermicznego prowadzenia procesu w reaktorach typu RUK bardzo mocno zależy od typu wypełnienia ceramicznego, czasu trwania rewersji, strat ciepła w reaktorze i szybkości liniowej gazu w reaktorze.

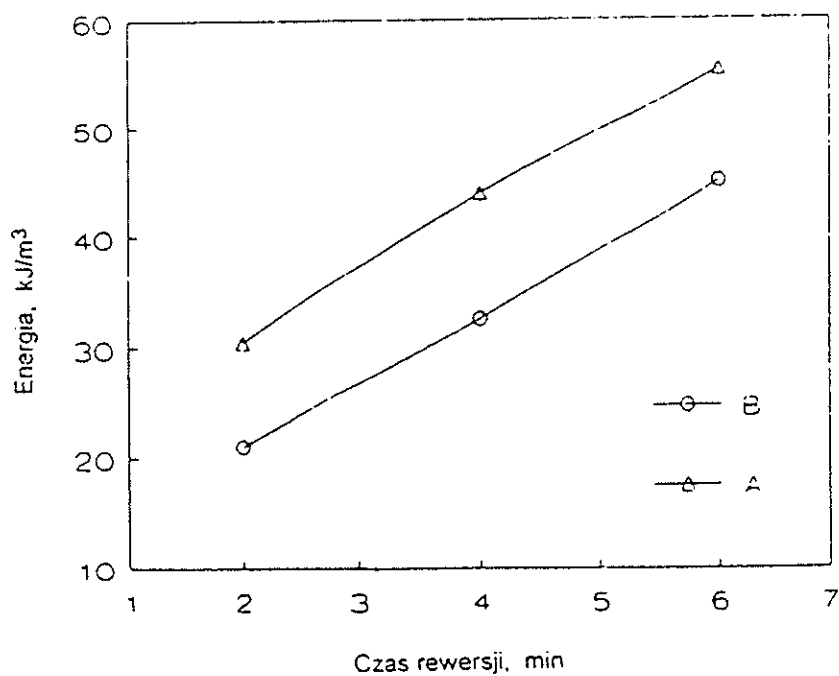
Rys. 4 przedstawia zależność minimalnej energii potrzebnej dla autotermicznego przebiegu procesu w temperaturze 300°C od typu wypełnienia ceramicznego.

Wypełnienie ceramiczne jest charakteryzowane przez parametr "a". Parametr ten jest równy $S/V \times M_{red}$, gdzie S jest powierzchnią, a V - objętością pojedynczego elementu wypełnienia, natomiast M_{red} - masą zredukowaną 1 m³ wypełnienia ceramicznego

Rys. 5 przedstawia zależność minimalnej energii niezbędnej dla autotermicznego przebiegu procesu dla wybranego typu wypełnienia ceramicznego od czasu rewersji.



Rys. 4. Wpływ wypełnienia ceramicznego (charakteryzowanego parametrem "a") na wielkość minimalnej energii niezbędnej dla autotermicznego przebiegu procesu RUK oraz na spadek ciśnienia wzdłuż reaktora



Rys. 5. Zależność minimalnej energii niezbędnej dla autotermicznego przebiegu procesu RUK od czasu rewersji i rodzaju wypełnienia. A, B - wypełnienia o różnych wartościach parametru "a"

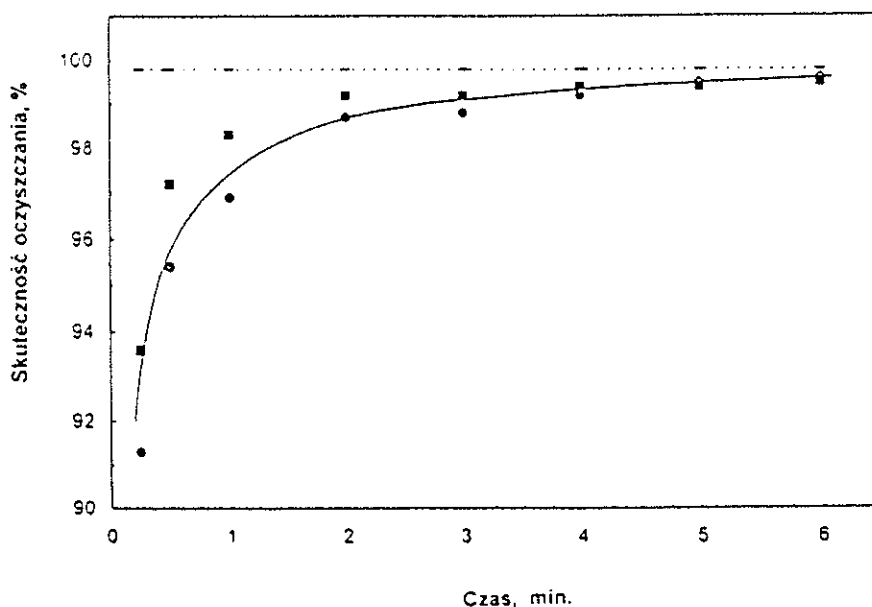
5. Koszty eksploatacyjne i skuteczność oczyszczania gazów

Koszty eksploatacyjne zależą od zużycia energii przez wentylator i ilości energii potrzebnej do podtrzymania temperatury katalizatora na wymaganym poziomie.

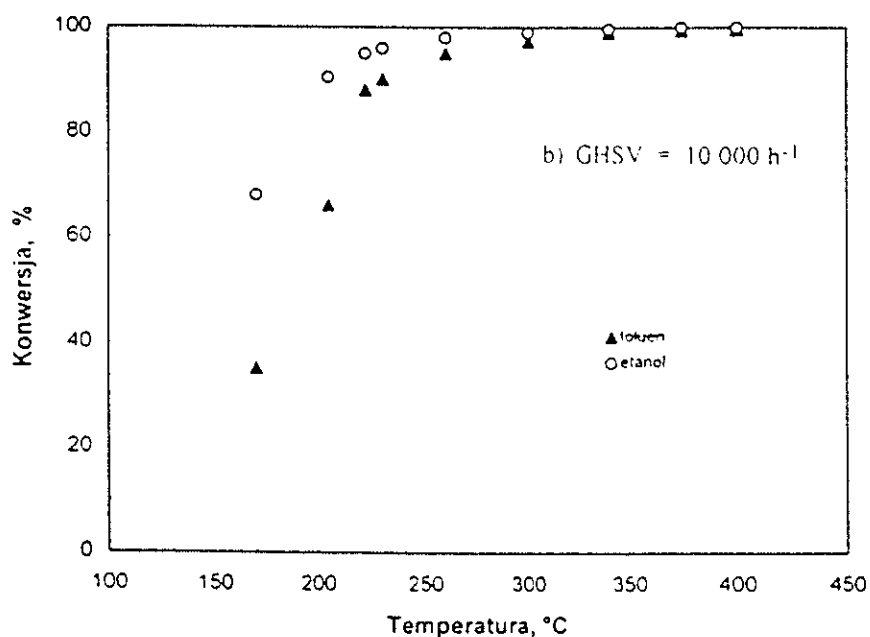
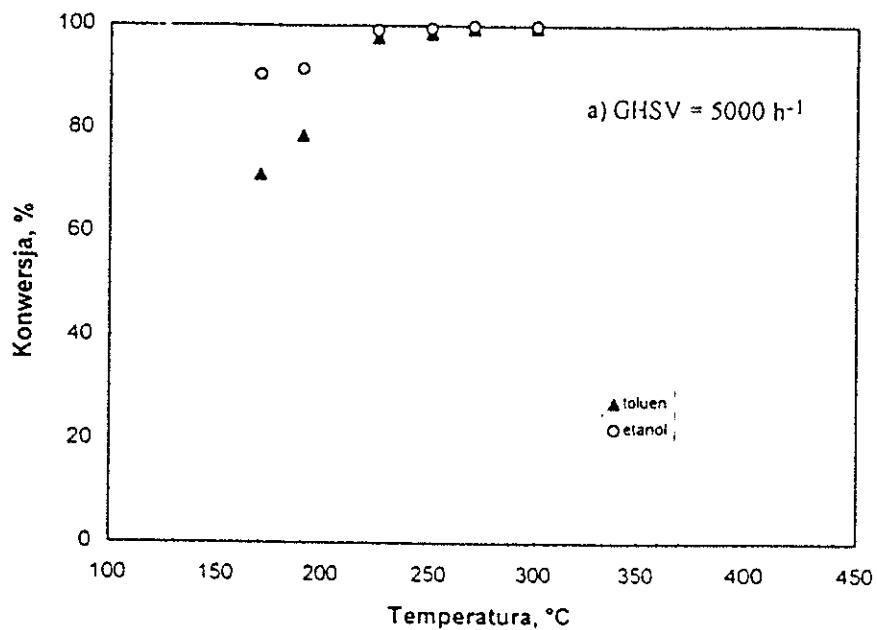
Koszty eksploatacyjne związane z podtrzymaniem temperatury katalizatora bardzo mocno zależą od energii zapewniającej autotermiczność procesu. W obecnym stanie technologii ta minimalna energia jest równa 25 kJ/Nm^3 , co odpowiada zawartości $0,6 \text{ g}$ toluenu w 1 Nm^3 oczyszczanego gazu odlotowego.

Skuteczność procesu oczyszczania gazów zależy od dwóch czynników: i) - aktywności katalizatora, ii) - zjawiska adsorpcji-desorpcji na wypełnieniu ceramicznym. Ponieważ instalacja pracuje zwykle w zakresie temperatur $400 - 450^\circ\text{C}$, konwersja związków organicznych na złożu katalizatora jest bliska 100% . Zjawisko adsorpcji-desorpcji jest więc głównym czynnikiem zmniejszającym skuteczność procesu oczyszczania.

Rys. 6 przedstawia skuteczność procesu oczyszczania w trakcie jednego cyklu rewersji. Widać, że pomimo bardzo wysokiej konwersji efektywność oczyszczania jest niższa, zwłaszcza podczas pierwszej minuty cyklu rewersyjnego. Jest to spowodowane desorpcją izopropanolu z wypełnienia ceramicznego. Jednak przeciętna skuteczność oczyszczania podczas całego cyklu jest wyższa niż 98% .



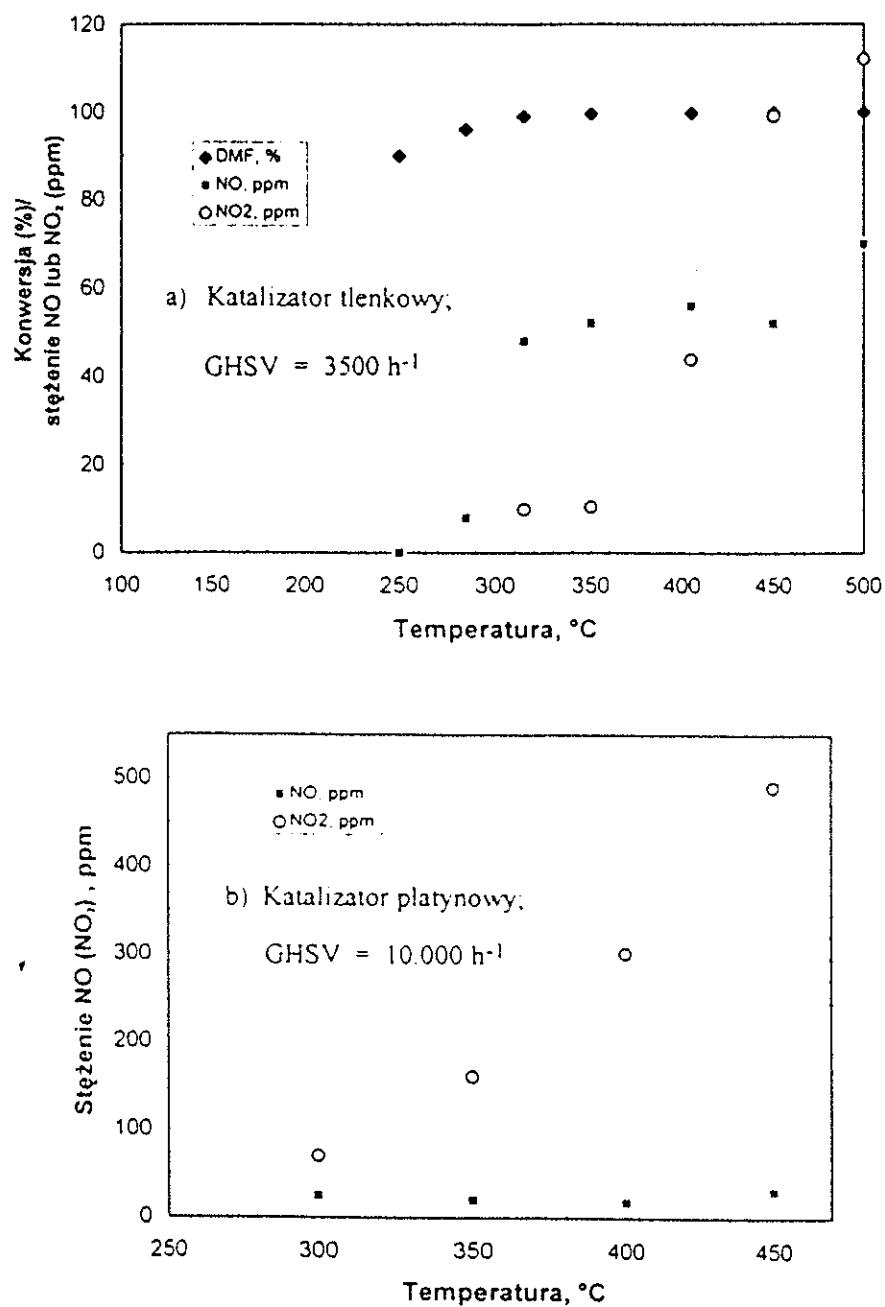
Rys. 6. Skuteczność oczyszczania gazu odlotowego zawierającego izopropanol o stężeniu 2 g/Nm^3 . Czas rewersji = 6 min. ----- konwersja izopropanolu na złożu katalitycznym, ——— - skuteczność oczyszczania mierzona przez porównanie stężeń przed i po instalacji



Rys. 7. Utlenianie mieszaniny toluenu i etanolu (1:1) na katalizatorze platynowym GA-10 (produkcji Spółki z oo "Katalizator". Stężenie całkowite reagentów = 3 g/m³).

Katalizatory tlenkowe z kolei, chociaż mniej aktywne, są bardziej selektywne od katalizatorów platynowych w tworzeniu N₂. Na katalizatorach tlenkowych powyższa reakcja będzie głównie wg schematu 1b.

Na Rys. 8 pokazano zależność konwersji dwumetyloformamidu (DMF) i wydajności do NO_x od temperatury na katalizatorach platynowym i tlenkowym. Z rysunku widać, że na katalizatorze platynowym powstaje głównie NO i NO_2 , a na tlenkowym - N_2 .



Rys. 8. Zależność konwersji dwumetyloformamidu (DMF) i wydajności do NO_x (NO i NO_2) od temperatury na katalizatorach: a) tlenkowym TMO, b) platynowym GA-10 (w tym przypadku konwersja DMF w całym zakresie temperatury jest równa 100 %). Stężenie DMF = 4 g/Nm³. Katalizatory produkcji Sp. z o.o. "Katalizator"

Katalizatory mogą częściowo lub całkowicie utracić aktywność pod wpływem trucizn. Takimi truciznami dla katalizatorów platynowych są związki fosforu i chlorowcopochodne, a dla katalizatorów tlenkowych związki siarki i fosforu.

Dezaktywacje katalizatorów mogą spowodować również cząsteczki metali reagujące z platyną, z tym że dotyczy to katalizatorów pracujących w atmosferze redukującej, np. katalizatorów samochodowych. W atmosferze utleniającej, a w takiej pracują katalizatory do utleniania LZO, cząstki metali zostają utlenione do tlenków, znacznie mniej agresywnych.

8. Zastosowanie

Reaktory typu RUK mogą oczyszczać gazy odlotowe, emitowane podczas takich procesów przemysłowych jak: produkcja polimerów i żywic, związków organicznych, rafinowanie produktów naftowych, produkcja tworzyw sztucznych, lakierów, procesy lakierowania, drukowania, produkcja mebli drewnianych (wykańczanie/lakierowanie), oczyszczanie rozpuszczalników.

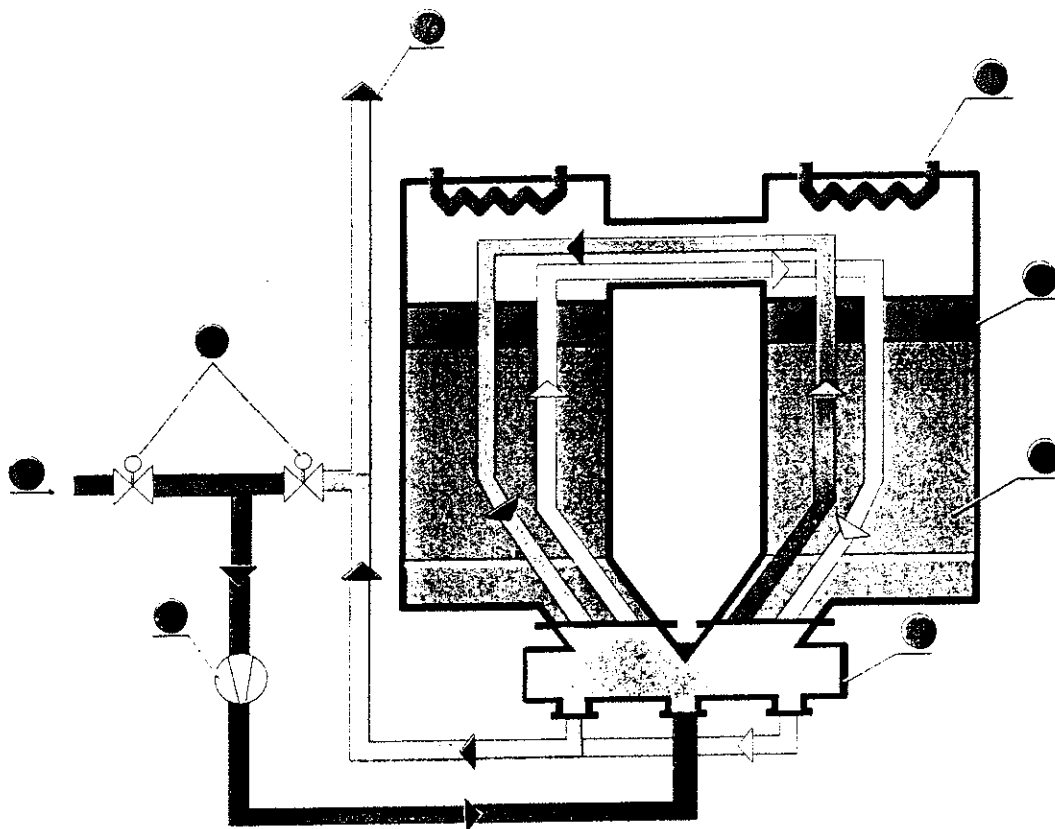
Reaktory typu RUK są elastyczne, tzn. mogą oczyszczać gazy odlotowe o zmiennym przepływie i zmiennym stężeniu zanieczyszczeń organicznych. Jako przykład można podać reaktor zastosowany do oczyszczania gazów odlotowych emitowanych z drukarki opakowań spożywczych w Z M L "Kęty". Nominalna zdolność oczyszczania tego reaktora wynosi 20.000 Nm³/godz. Ilość emitowanych gazów odlotowych zmienia się, w zależności od ilości drukowanych kolorów i przesuwu taśmy, od 14.000 do 22.000 Nm³/godz., a stężenie LZO od 1,2 do 6,0 g/Nm³. Wentylator przedmuchujący gazy przez reaktor został wyposażony w regulację obrotów, co pozwala kontrolować szybkość przepływu gazów przez reaktor. Szybkość obrotów wentylatora zmienia się w zależności od warunków pracy drukarki i stężenia LZO w gazach odlotowych.

Katalityczne utlenianie związków organicznych jest związane z wydzielaniem ciepła. Część ciepła (równoważna co najmniej 0,5 - 1,0 g/Nm³) zużywana jest do podtrzymania temperatury złoża katalizatora na poziomie zapewniającym wysoką konwersję zanieczyszczeń. Nadmiar ciepła jest usuwany w dolnej części reaktora, co powoduje wzrost temperatury gazu wylotowego o wartość ΔT . Wielkość ta jest proporcjonalna do ciepła utleniania związku organicznego i jego stężenia. Zwykle ΔT ma wartość pomiędzy 20 a 30° na 1 g związku organicznego w 1 Nm³ gazu. Wzrost temperatury gazu wylotowego wynika ze spalania związku organicznego w ilości przewyższającej stężenie potrzebne do zachowania autotermiczności procesu (0,5 - 1,0 g/Nm³). Nadmiarowe ciepło wyprowadzane przez gaz wylotowy może być odzyskane dwoma sposobami: i) bezpośrednio przez zastosowanie gorącego gazu w procesie technologicznym, ii) za pomocą wymiennika ciepła w przypadku, gdy potrzebny jest bardzo czysty gaz.

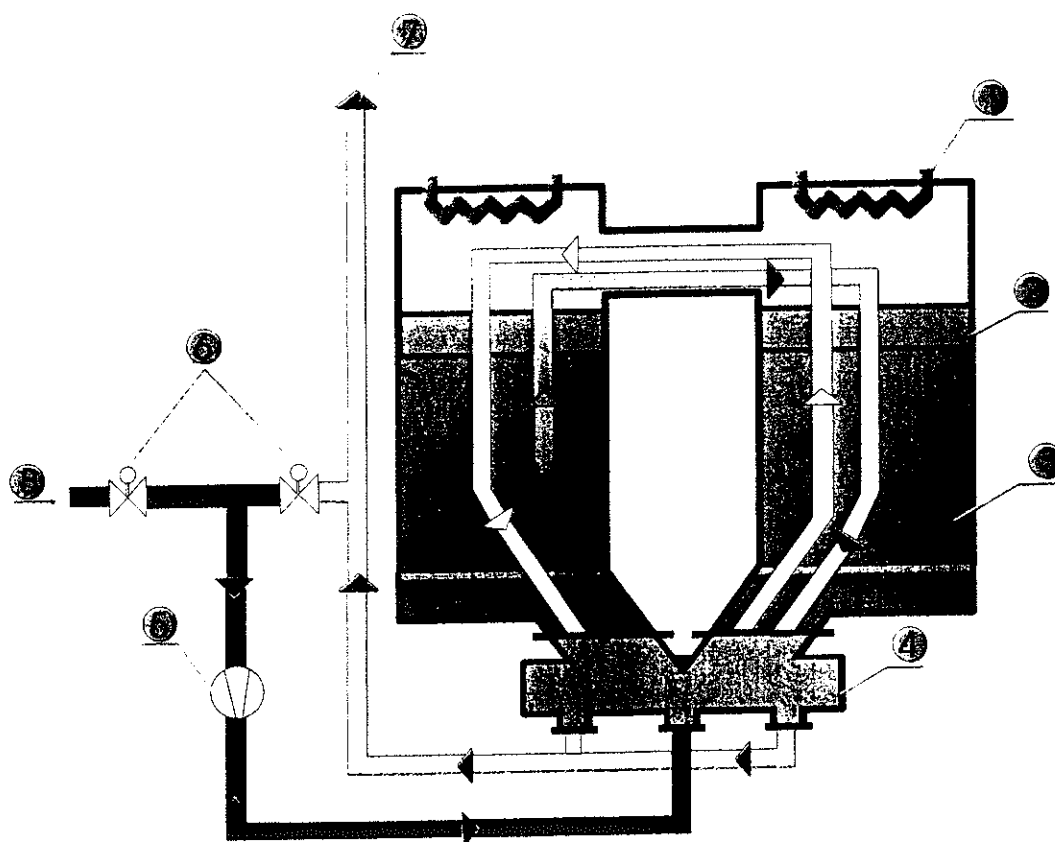
Reaktory przemysłowe zaprojektowane w oparciu o proces RUK, zostały zastosowane w praktyce. Do chwili obecnej licencjonowani producenci krajowi i zagraniczni uruchomili 100 instalacji o nominalnej zdolności oczyszczania 980.000 Nm³/godz. Instalacje te oczyszczają gazy odlotowe z różnych procesów przemysłowych głównie w Polsce i Szwecji, a ponadto w Czechach i USA.

Literatura

1. M.Lippman, J.Air Waste Manage Assoc., 39 (1989), 672.
2. H.Müller et al., Catal. Today, 17 (1993), 383.
3. J.Wojciechowski, Patent polski nr 126 861 (1980).
4. J.Wojciechowski, J.Haber, Appl. Catal. 4 (1982) 275.



- 1- Elementy grzejne, 2- Katalizator, 3- Wypełnienie ceramiczne,
 4- Zawór rewersyjny, 5- Wentylator, 6- Zawór sterujący,
 7- Wylot powietrza oczyszczonego, 8- Wlot powietrza zanieczyszczonego



Instalacje katalitycznego dopalania gazów typu EnviroCat stanowią przykład regeneracyjnego utleniania katalitycznego (RUK) lotnych związków organicznych.

REaktory przemysłowe zaprojektowane w oparciu o proces RUK, posiadają około 100 przemysłowych zastosowań w Polsce, Europie i USA w przemysłach: petrochemicznych , chemicznych , farmaceutycznych.

Zaletami regeneracyjnego utleniania katalitycznego (RUK) są :

- działanie w niższym zakresie temperatur (300 - 500°C)
- brak emisji NO_x z procesu dopalania
- wysoka sprawność regeneracyjnego wymiennika ciepła (95%)
- technologia " bezpłomieniowa " - dodatkową energię doprowadzają elektryczne elementy grzejne
- niskie koszty eksploatacji , szczególnie przy " autotermicznym " systemie pracy.

Typowy dopalacz katalityczny składa się z dwóch wymiennalnych reaktorów, każdy z nich posiada następujące strefy :

- strefa wlotowa (rozprężna)
- strefa wypełnienia ceramicznego (wys.1 m.)
- strefa katalizatora platynowego
- strefa grzałek elektrycznych.

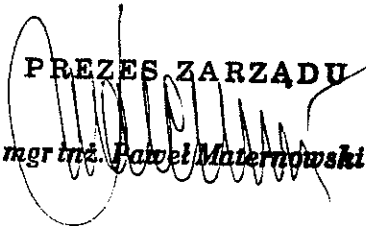
W każdej z tych stref znajduje się termopary sygnalizujące w sposób ciągły temperatury wewnątrz reaktorów.

Sygnal jest przesyłany do mikroprocesorowego sterownika (PLC) Simatic S-5 firmy Siemens, który kontroluje w sposób automatyczny przebieg procesu dopalania na złożu katalizatora platynowego, zapewniając pełną automatyczną kontrolę pracy zgodną z przepisami p.ooż i BHP.

Instalacja katalitycznego dopalania gazów typu EnviroCat pracuje zawsze w " systemie otwartym " tzn., że zawsze istnieje możliwość odprowadzenia odgazów z urządzeń technologicznych bezpośrednio do atmosfery z ominięciem instalacji EnviroCat (np. w przypadku awarii). Następuje to w sposób automatyczny, sygnał ten pochodzi ze sterownika PLC instalacji.

W przypadku nagłego wzrostu stężeń związków organicznych w gazach wprowadzonych do instalacji EnviroCat, otwiera się zawór napowietrzający instalacji, którego działanie powoduje zasysanie dodatkowego czystego powietrza, w celu rozrzedzenia (obniżenia) stężenia związków organicznych wchodzących do instalacji.

Dodatkowo pod instalacją zamontowany zostanie system monitorujący stężenie mieszaniny węglowodorów w odgazach o zakresie przemiennym 0-50 DGW (progi sygnalizacji 20% DGW , 40% DGW).

PREZES ZARZĄDU

mgr inż. Paweł Maternowski

SPIS ZAWARTOŚCI

- 1 Opis techniczny instalacji EnviroCat
2. Transport instalacji
3. Montaż instalacji
- 4 Charakterystyka techniczna
- 5 Schemat technologiczny
- 6 Budowa i konserwacja podstawowych podzespołów instalacji EnviroCat
7. Wykaz kooperantów
8. Eksploatacja instalacji
9. Rysunki potrzebne do obsługi serwisowej instalacji EnviroCat
 - zabudowa instalacji EnviroCat S-10
 - instalacja dopalania katalitycznego S-10 rys. S.10.00.00.00
 - reaktor katalityczny rys. S.10.01.00.00
 - zawór trójdrogowy rys. S.20.02.00.00
 - tuleja rys. S.20.02.00.00
 - zawór upustowy \varnothing 500 rys. S.10.04.00.00
 - zawór napowietrzający rys. S.10.05.00.00
 - instalacja pneumatyczna rys. S.08.00.06.00
 - grzałki rys. S.20.01.11.00

OPIS TECHNICZNY INSTALACJI ENVIROCAT

1. Przeznaczenie instalacji EnviroCat oraz ogólna zasada regeneracyjnego utleniania katalitycznego.

- 1.1. Przeznaczenie instalacji.

Instalacja przeznaczona jest do katalitycznego oczyszczania doprowadzonych do niej gazów ze związków organicznych.

Proces polega na utlenieniu związków organicznych na powierzchni ogrzanego katalizatora.

Produktem końcowym reakcji utleniania są dwutlenek węgla i para wodna, które są odprowadzane do atmosfery przez komin. Oczyszczone gazy nie mogą zawierać pyłów, oraz chloru ani jego związków.

- 1.2. Ogólna zasada działania.

Działanie układu do regeneracyjnego utlenienia katalitycznego można przedstawić schematycznie w następujący sposób.

Wchodzący gaz, zawierający lotne związki organiczne przechodzi przez warstwę gorącego wypełnienia ceramicznego, gdzie ogrzewa się do temperatury reakcji. Zanieczyszczenia organiczne są następnie utleniane na warstwach katalizatora w sposób autotermiczny / wykorzystując jedynie ciepło reakcji utlenienia / lub z niewielkim dodatkiem energii elektrycznej. Dalej gorący gaz przechodzi przez następne złożo ceramiczne, gdzie zostaje z akumulowane wyzwolone ciepło reakcji.

Następnie kierunek przepływu gazu przez reaktor zostaje zmieniony i w ten sposób gorące złożo zostaje użyte do ogrzewania wchodzących gazów, a w drugiej jest ponownie podgrzewane. Kierunek przepływu gazów zmienia się regularnie, wytwarzając stan pseudostacjonarny.

Powtarzające się zmiany kierunku przepływu w reaktorze powodują wzrost temperatury katalizatora.

Skuteczność procesu oczyszczania gazów zależy od dwóch czynników :

- a - aktywność katalizatora
- b - zjawisko adsorpcji - desorpcji na wypełnieniu ceramicznym.

Ponieważ instalacja pracuje zwykle w temperaturze 400 - 450 °C, konwersja związków organicznych na złożu katalizatora jest bliska 100%. Zjawisko adsorpcji - desorpcji jest więc głównym czynnikiem zmniejszającym skuteczność oczyszczenia.

W celu eliminacji tego niekorzystnego zjawiska stosuje się odpowiednie wypełnienie ceramiczne oraz w niektórych przypadkach dodatkowo wstępne podgrzewanie gazów wlotowych do instalacji.

2. Transport instalacji

Instalacja " EnviroCat " ze względu na swoje gabaryty musi być transportowana na miejsce przeznaczenia w częściach tj. oddzielnie:

- reaktor
- zawory
- przewody
- szafy sterownicze
- wentylator
- oraz osprzęt.

Reaktor ze względu na swoją wysokość musi być przewożony na przyczepie niskopodwoziowej. Reaktor najczęściej przewożony jest bez katalizatora oraz z nieprzykręconymi na stałe pokrywami reaktorów.

W celu podniesienia reaktora należy zdjąć uprzednio pokrywy, gdyż ucha do podnoszenia umieszczone są wewnątrz reaktorów.

Wszystkie podzespoły instalacji posiadają ucha transportowe.

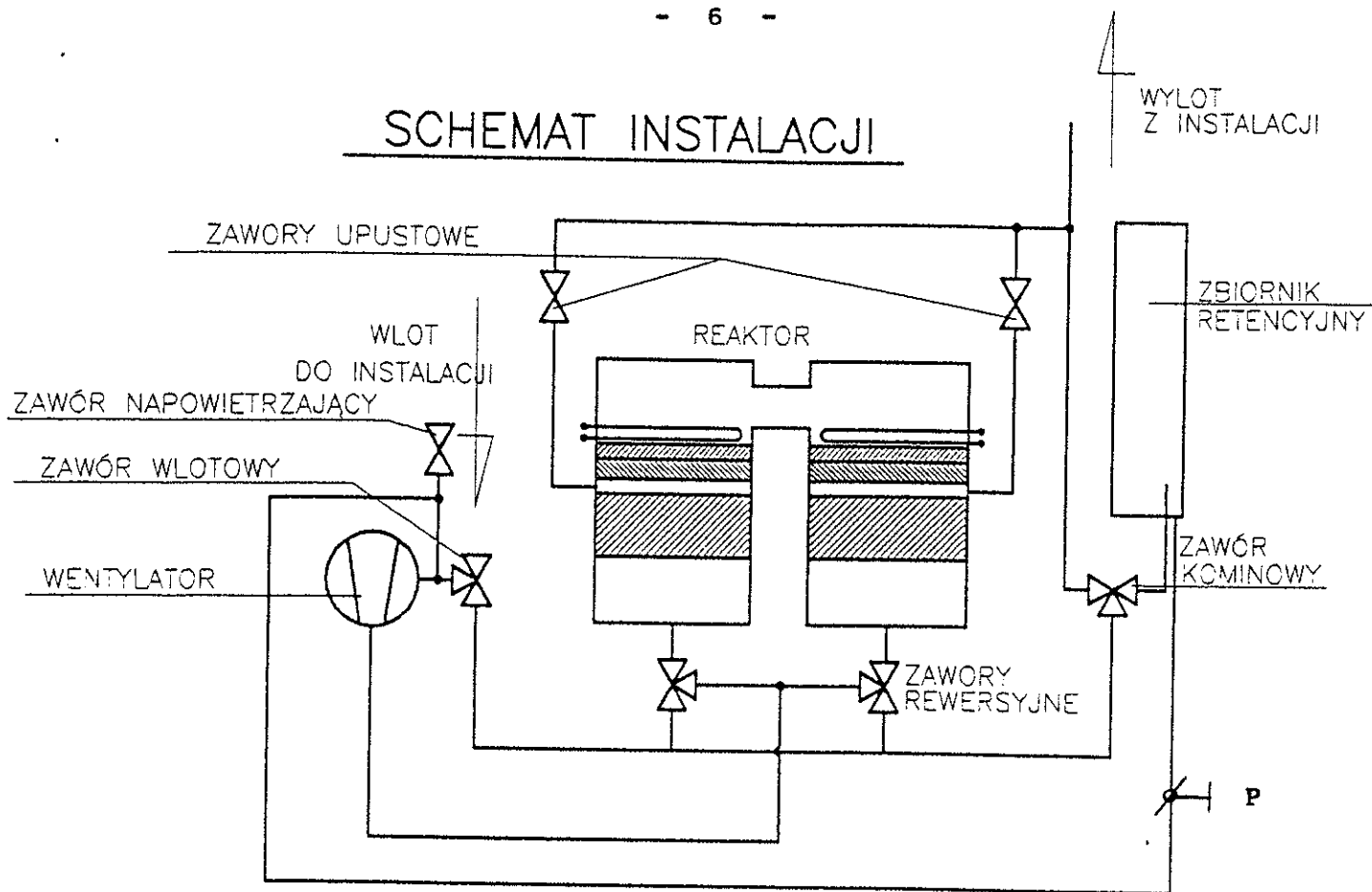
3. Montaż instalacji

Instalację montuje się na specjalnie wykonanym w tym celu fundamencie lub ramie. Założenia techniczne do wykonania fundamentów lub ramy dostarcza producent instalacji.

Montaż oraz rozruch technologiczny instalacji musi być dokonany przez monterów producenta lub pod jego nadzorem.

Nieprzestrzeganie tego zalecenia grozi utratą gwarancji.

SCHEMAT INSTALACJI



OPIS:

Reaktor	- R
Zawór wlotowy	- ZW
Zawory rewersyjne	- ZR1 lub ZR2
Zawór kominowy	- ZK
Zawory upustowe	- ZU1 i ZU2
Zawór napowietrzający	- ZN
Wentylator	- W
Przepustnica	- P
Zbiornik retencyjny	- Z

5 1 objaśnienie do schematu technologicznego.

R - dwa reaktory przez które przemiennie przepływa gaz powodując reakcje utlenienia na złożu katalizatora.

ZR1 i ZR2 - zawory trójdrogowe rewersyjne służą do wymuszenia przemiennego przepływu gazu przez reaktory. Zmiana kierunku przepływu następuje po każdorazowym przełączeniu się zaworów

ZW - zawór trójdrogowy wlotowy służy do odcinania dopływu gazu gdy instalacja nie jest w funkcji **DOPALANIE**. Zawór wymusza wtedy obieg zamknięty instalacji. Po uzyskaniu sygnału **DOPALANIE** zawór przesterowuje się i otwiera dopływ gazów do dopalania

ZK - zawór trójdrogowa służy do zamykania wylotu do komina w czasie obiegu cyrkulacyjnego (w czasie rozgrzewu instalacji, gdy nie ma funkcji **DOPALANIE**). W czasie dopalania zawór jest ustawiony w położeniu umożliwiającym odprowadzenie oczyszczonych gazów do komina.

W czasie zmiany położenia zaworów **ZR1 i ZR2** (zmiana kierunku przepływu przez reaktory dopalacza) następuje krótkie przesterowanie się zaworu umożliwiające zgromadzenie się nieoczyszczonych gazów z " przestrzeni martwej " instalacji w zbiorniku retencyjnym **Z**. Po chwili zawór **ZK** wraca do położenia przy którym gazy odprowadzane są przez komin.

JEDNOCZEŚNIE zgromadzone w **Z** gazy są zawracane do dopalacza katalitycznego poprzez przewód łączący **Z** z króćcem ssącym wentylatora (przed zaworem wlotowym **ZW**).

Przepływ w tym przewodzie ustalony jest przy pomocy ręcznie sterowanej przepustnicy \varnothing 125

Z - zbiornik retencyjny przeznaczony do chwilowego magazynowania gazów nieoczyszczonych.

ZU - zawory upustowe mogą spełniać rolę zaworów technologicznych, jak również zaworów bezpieczeństwa.

Pracują równocześnie z zaworem napowietrzającym **ZN**

Jako zawory technologiczne pracują wtedy gdy stężenie związków organicznych w gazach wlotowych chwilowo przekraczają dopuszczalne tj około 4 g/m^3 podnosząc temperaturę katalizatora powyżej dopuszczalnej tj około 550°C

Gdy temperatura przekroczy temperaturę nastawioną na około 550°C to zawory otwierają się powodując ewakuację gorącego gazu do komina po jednokrotnym jego utlenieniu na złożu katalitycznym. W tym czasie wentylator zwiększa obroty powodując zasanie czystego powietrza przez zawór napowietrzający ZN powodując schładzanie instalacji, oraz rozrzedzenie stężenia związków organicznych w gazach wlotowych.

Gdy stężenie związków organicznych w gazach dolotowych jest ustabilizowane i nie ma tendencji do gwałtownych chwilowych przyrostów to zawory upustowe spełniają rolę zaworów bezpieczeństwa tzn. zostaną otworzone tylko wtedy gdy temperatura w reaktorze w sposób nieprzewidywalny wzrośnie do wartości powyżej nastawionej.

P - przepustnica Ø125, ustawiona jest przez producenta instalacji w czasie jej rozruchu i nie należy jej ułożenia zmieniać.

6 BUDOWA I KONSERWACJA PODSTAWOWYCH PODZESPOŁÓW INSTALACJI ENVIROCAT

6.1 Reaktor

Zbudowany jest z dwóch stalowych cylindrów połączonych ze sobą łącznikiem. Cylindry od dołu zamknięte są dnem nad którym umieszczone są króćce wlotowe. Nad króćcami zamontowane jest sito na którym umieszczono wypełnienie ceramiczne.

Nad wypełnieniem ceramicznym znajduje się następne sito na którym znajduje się warstwa katalizatora, który przykryty jest następnie sitem obciążonym warstwą wypełnienia ceramicznego.

W górnej części cylindra umieszczone są grzałki elektryczne. Od góry cylindry zamknięte są pokrywami. Całość jest zaizolowana wełną mineralną oraz obudowana blachą.

Reaktory nie wymagają specjalnej konserwacji.

6.2 Zawór trójdrogowy

Wszystkie zawory trójdrogowe tj. wlotowy, rewersyjny oraz kominowy zbudowane są z takich samych elementów, różnią się jedynie ustawieniem króćców wlotowych i wylotowych.

Posiadają one trzy komory o przekroju kołowym z prostokątnymi kanałami wlotowymi. Wewnątrz na poziomej osi w komorze środkowej przemieszcza się tarcza zamykająca i kierująca odpowiedni strumień gazu.

Oś łożyskowana jest suwliwie w tulejkach umieszczonych w pokrywach bocznych

Tulejki ślizgowe usytuowane są w łożyskach wachliwych w celu zapewnienia współosiowości osi z siłownikiem pneumatycznym, którym zawór jest napędzany. Na siłownikach zaworów trójdrogowych zainstalowane są czujniki położenia

Zawory trójdrogowe należy raz w miesiącu przesmarować oraz raz w roku sprawdzić czy tulejki ślizgowe nie uległy nadmiernemu zużyciu

6 3 Przepustnica - nie wymaga konserwacji

Przepustnica ustawiona jest przez producenta urządzenia i nie należy jej przestawiać.

6 4 Zawory upustowe - zbudowane są z korpusu stalowego posiadającego kołowy wlot oraz prostokątny wylot. Nad otworem wlotowym zamontowana jest suwliwie oś z zamontowaną tarczą, która zamyka lub otwiera wlot. Zawory uruchamiane są za pomocą siłownika pneumatycznego z zabudowanymi czujnikami położenia

Zawory te nie wymagają konserwacji. Należy jedynie raz w miesiącu przesterować je za pomocą siłownika w celu sprawdzenia jego jego działania

6 5 Zawór napowietrzający - zbudowany jest z korpusu stalowego obudowanego sitem przez które w przypadku otworzenia zaworu wpływa powietrze atmosferyczne. Zawór uruchamiany jest za pomocą siłownika pneumatycznego i nie wymaga specjalnej konserwacji, oprócz okresowego sprawdzenia jego działania

6 6 Wentylator - przeprowadzić okresowe smarowanie łożysk zgodnie z instrukcją obsługi wentylatora

6 7 Instalacja pneumatyczna - przeznaczona jest do przewodowego zasilania siłowników sprężonym powietrzem. Powietrze do bloku przygotowania doprowadzane jest z sieci zakładowej poprzez zainstalowany zawór odcinający

Reduktor powinien zapewnić minimalne ciśnienie rzędu 0.05 MPa
Przełącznik pneumo-elektryczny włączony jest w układ automatyki
i umożliwia pracę instalacji dopalacza przy niewłaściwym ciśnieniu
powietrza.

Instalacja pneumatyczna powinna być okresowo sprawdzona tzn czy w zbiorniku
bloku przygotowania jest olej, (jeżeli brakuje - dolać).

- sprawdzić czy któryś z węży nie pękł
- sprawdzić czy w układzie nie uchodzi powietrze.

7. WYKAZ KOOPERANTÓW

7.1. Wentylator WP 35,5

- wydajność 2,9 m³/sek.
- moc silnika 37 kW
- przystosowany do pracy z falownikiem

Producent : Malborska F-ka Wentylatorów " MAWENT "
82-200 MALBORK , ul. Ciepła 6
tel./055/ 272 28 55 fax: /055/ 272 33 76

7.2 Katalizator platynowy GA5

Producent : Katalizator Spółka z o o.
KRAKOW , ul. Niezapominajek 2
tel. /012/ 425 28 41

7.3 Wypełnienie ceramiczne - pierścienie Raschiga R20

Producent : PPH " POLTHAL "
41-244 MSTOW 24 , ul. Częstochowska 78
tel/fax: /034/ 328 42 40

7.4 Pneumatyka

Producent : Centrum Produkcyjne Pneumatyki " PREMA "
25-101 KIELCE , ul. Wapiennikowa 90
tel /041/ 361 95 24 fax: /041/ 361 91 08.

7 5. Grzałki - moc 2,1 kW rys. nr S20 01 11.00

Producent : HEAT - POL

20-523 KRAKOW , ul Zamoyskiego 77

tel/fax: /12/ 423 60 85 , /012/ 656 44 81

7 6. Wibroizolatory

Producent : Biuro Inżynierskie " BOPRON " Sp. z o o

41-800 ZABRZE , ul. Wolności 311

tel./032/ 271 20 06 , fax: /032/ 271 36 21

8 EKSŁOATACJA INSTALACJI

Została opisana w dokumentacji sterowania instalacji EnviroCat.

UWAGA !

Rozruch oraz eksploatacja urządzenia może być dokonana po uprzednim dokładnym zapoznaniu się z DTR urządzenia, a w szczególności z częścią dotyczącą sterowania jak również po przeszkoleniu pracownika przez producenta.

WICEPREZES ZARZĄDU
inż. Kazimierz Jopek

INSTALACJA PNEUMATYCZNA

Spis pozespołów

- przyłączka prosta do rur stalowych G3/4" 8 szt.
nr kat 6091 38 1201
- siłownik D80x450 ISO z jednostronnym tłoczyskiem
z BSP0 nr kat 11 016 J0450A 4 szt
- siłownik ISO D80x125 z jednostronnym tłoczyskiem
nr 11 016 J0125A 3 szt
- czujnik kontraktronowy typ CKA do siłownika D80
nr 17.003 JCKA 14 szt
- zawór rozdzielający 5/2 sterowany obustronnie elektrycznie,
płytkowy EVP 3/8 24V nr 22.0102.5214 38B 1 szt
- zawór rozdzielający 5/2 sterowany elektrycznie, powrót
sprężyną, płytkowy EVP3/8 24V nr 22 0104 5214, 38B 5 szt
- blok płyt przyłączeniowych G3/8 n=6 (płyt środkowych)
nr 26 0102 52386 1 szt
- blok przygotowania sprężonego powietrza trzejelementowy
G3/8 nr 50.0503 3807 40 1 szt
- przekaźnik pneumoelektryczny G1/4
nr 50.5009 14 1szt
- zawór dławiąco-zwrotny wkrecany typ A G3/8 8 szt
nr 50 .5008.3838
- trójnik równoprzelotowy G3/8
nr 60 0151 12 2 szt.
- złączka prosta G3/8 x G1/4
nr 60 0102 3814 1 szt.
- mufka G3/8 nr 60 0114 38 10 szt
- przyłączka katowa G3/8 nr 60 000838 5 szt
- przyłączka prosta do węża zbrojonego z PCV G3/8
nr 80 01 906538 (16/10) 40 szt.
- wąż zbrojony z PCV 20/13 nr 80 1103 19w 100mb



DOKUMENTACJA TECHNICZNO-RUCHOWA

Instalacji elektrycznej i sterowniczej instalacji katalitycznego dopalania gazów o wydajności 4 000 -10 000 m³/h do likwidacji emisji rozpuszczalników z hali nr 26 zlokalizowanej w Zakładach Farmaceutycznych „POLPHARMA” S.A. w Starogardzie Gdańskim

Nr proj. IEiS4/10

Zleceniodawca :
Zakłady Farmaceutyczne „POLPHARMA” S.A. w Starogardzie Gdańskim
83-200 Starogard Gdański ul. Pelplińska 19

Umowa nr 6/10/E/98

ZAWARTOŚĆ

1. OPIS TECHNICZNY

- 1. Przeznaczenie
- 2. Charakterystyka techniczna
- 3. Sterowanie procesem dopalania
- 4. Rozruchowa parametryzacja instalacji
- 5. Stany awaryjne instalacji
- 6. Uruchmienie instalacji

2. ROZDZIELNICA RSG4/10

- 1. Rozdzielnica RSG4/10 Elewacja
- 2. Rozdzielnica RSG4/10. Schemat ideowy
- 3. Rozdzielnica RSG4/10. Zestawienie aparatury
- 4. Połączenia zewnętrzne RSG4/10

3. SZAFKA STEROWNIKA SSG4/10

- 1. Szafka sterownika SSG4/10 Elewacja
- 2. Szafka sterownika SSG4/10 Schemat ideowy
- 3. Szafka sterownika SSG4/10 Zestawienie aparatury
- 4 Połączenia zewnętrzne SSG4/10.

Przyciski funkcyjne panela operatorskiego

K1 - Sterowanie programowe załączone

K2 - Sterowanie programowe wyłączzone

K3 - Komunikaty

Postuj instalacji Sterowanie automatyczne wyłączzone

Oczekiwanie na start programowy

Rozgrzew

Gotowość

Dopalanie katalityczne

Awaia instalacji napędy wyłączzone

Technologiczne chłodzenie instalacji

Postuj instalacji Sterowanie automatyczne załączone

K4- Pomiar temperatury w instalacji

- Temperatura w komorze grzałek reaktor1 reaktor2

- Temperatura katalizatora reaktor1 reaktor2

- Temperatura gazów wlotowych do instalacji

- Temperatura spalin

K5 - Prędkość obrotowa wentylatora dopalacza (nie dotyczy)

K6 - Przepływ gazów na wlocie do dopalacza (nie dotyczy)

K7 - Podciśnienie przed dopalaczem (nie dotyczy)

K8 - Nastawa minimalnego przepływu gazu

K9 - Nastawy regulacyjne wentylatora dopalacza (nie dotyczy)

- Nastawa skoku obrotów regulacji krokowej wentylatora %

- Nastawa odpowiedzi wentylatora dla regulacji obrotów s

K10 - Technologiczne progi temperatur

- Nastawa temperatury awaryjnego wyłączenia grzałek

- Nastawa temperatury załączenia grzałek po schłodzeniu

- Nastawa temperatury wyłączenia grzałek instalacji 1^o

- Nastawa temperatury wyłączenia grzałek instalacji 2^o

- Nastawa temperatury przejścia z rozgrzewu do gotowości

- Nastawa temperatury przejścia z gotowości do rozgrzewu

- Nastawa temperatury przejścia z dopalania do rozgrzewu

- Nastawa dopuszczalnej wartości dT dla rozgrzewu

- Nastawa dopuszczalnej wartości dT dla dopalania

- Temperatura startu technologicznego chłodzenia katalizatora

- Temperatura startu awaryjnego chłodzenia katalizatora

- Temperatura stopu procesu chłodzenia katalizatora

- Temperatura startu technologicznego chłodzenia spalin

- Temperatura startu awaryjnego chłodzenia spalin

- Temperatura stopu procesu chłodzenia spalin

K11 - Czasy przełączania zaworów rewersji

- Nastawa czasu impulsu rewersji

- Nastawa czasu rewersji dla rozgrzewu

- Nastawa czasu rewersji dla dopalania poniżej temp.....

- Nastawa czasu rewersji dla dopalania powyżej temp.....

K12 - Data

K13 - Data i czas STARTU/STOPU programowego

- Data i czas startu programowego m d h

- Data i czas stopu programowego m d h

K14 - Hasło 12051963

4. Rozruchowa parametryzacja instalacji

- Technologiczne progi temperatur	
- Nastawa temperatury awaryjnego wyłączenia grzałek	600 ⁰ C
- Nastawa temperatury załączenia grzałek po schłodzeniu	550 ⁰ C
- Nastawa temperatury wyłączenia grzałek instalacji 1 ^o	350 ⁰ C
- Nastawa temperatury wyłączenia grzałek instalacji 2 ^o	300 ⁰ C
- Nastawa temperatury przejścia z rozgrzewu do gotowości	250 ⁰ C
- Nastawa temperatury przejścia z gotowości do rozgrzewu	220 ⁰ C
- Nastawa temperatury przejścia z dopalania do rozgrzewu	200 ⁰ C
- Nastawa dopuszczalnej wartości dT dla rozgrzewu	20 ⁰ C
- Nastawa dopuszczalnej wartości dT dla dopalania	25 ⁰ C
- Temperatura startu technologicznego chłodzenia katalizatora	450 ⁰ C
- Temperatura startu awaryjnego chłodzenia katalizatora	500 ⁰ C
- Temperatura stopu procesu chłodzenia katalizatora	450 ⁰ C
- Temperatura startu technologicznego chłodzenia spalin	100 ⁰ C
- Temperatura startu awaryjnego chłodzenia spalin	120 ⁰ C
- Temperatura stopu procesu chłodzenia spalin	80 ⁰ C

Czasy przełączania zaworów rewersji

- Nastawa czasu impulsu rewersji	4s
- Nastawa czasu rewersji dla rozgrzewu	20s
- Nastawa czasu rewersji dla dopalania poniżej temp.300 ⁰ C	120s
- Nastawa czasu rewersji dla dopalania powyżej temp.300 ⁰ C	200s

Nastawy regulacyjne wentylatora dopalacza

- Nastawa skoku obrotów regulacji krokowej wentylatora	50%
- Nastawa odpowiedzi wentylatora dla regulacji obrotów	300s

Regulacja jest wyłączna, zwarte zaciski 2X4:46-2X4:49 i wyłączone połączenie 2X4:47 z 2X13:2

Maksymalna częstotliwość przemiennika nastawiona na 45 Hz

Minimalna częstotliwość przemiennika nastawiona na 23 Hz

5. Stany awaryjne instalacji

- Brak sprężonego powietrza
- Awaria instalacji, napędy wyłączone
- Niezgodność położenia zaworu wlotowego
- Niezgodność położenia zaworu wylotowego
- Niezgodność położenia zaworu uputowego 1
- Niezgodność położenia zaworu uputowego 2
- Niezgodność położenia zaworu napowierzającego
- Awaria obwodów elektrycznych (wyłączniki instalacyjne grzałek otwarte)
- Awaria zasilania przemiennika wentylatora dopalacza

Powyższe stany zatrzymują pracę instalacji.

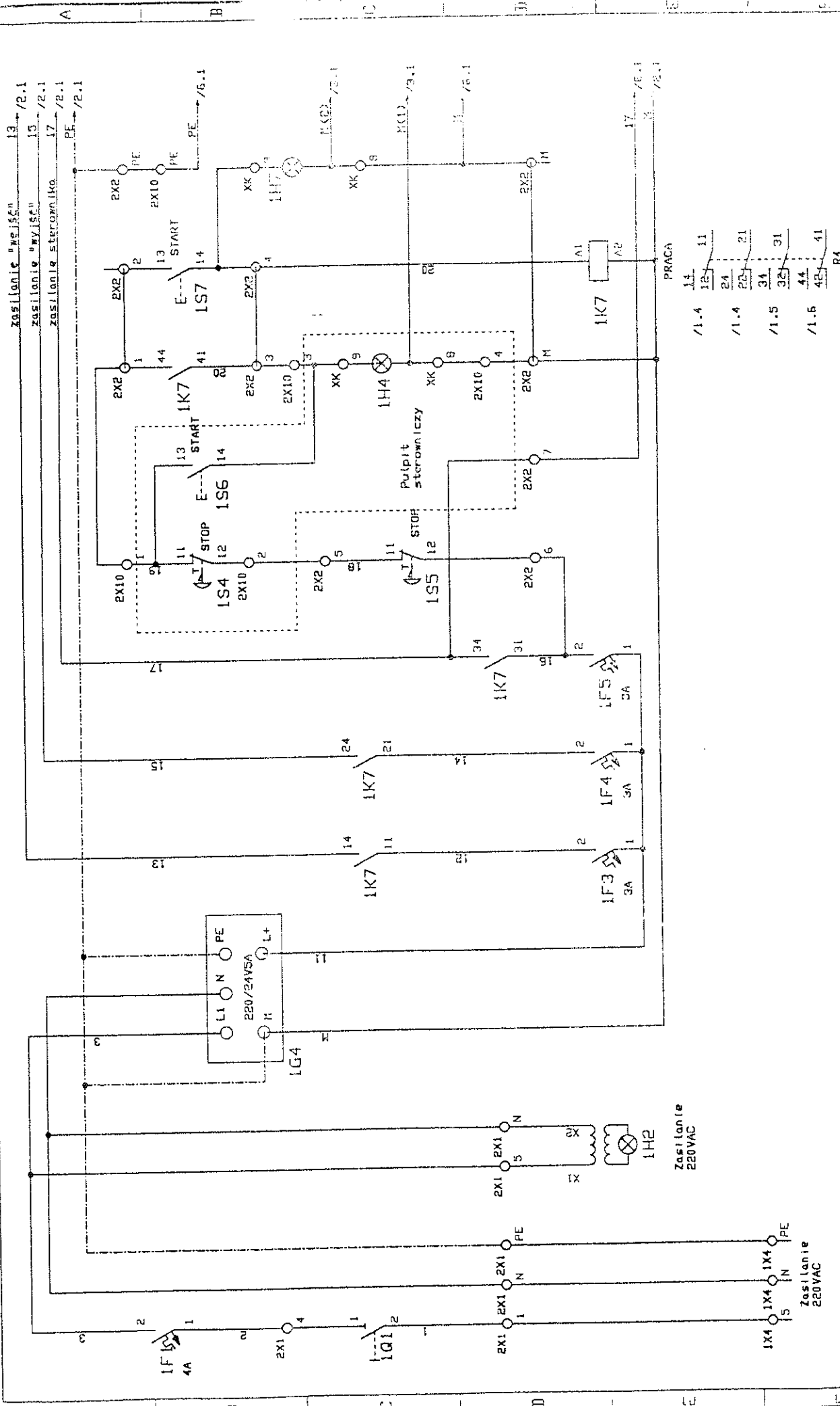
Wyjście ze stanu awaryjnego:

- potwierdzić stan awaryjny na panelu operatorskim przyciskiem ACK
- skasować sygnał akustyczny przyciskiem AWARIA na klawiaturze
- usunąć przyczynę awarii
- ponownie uruchomić instalację

6. Uruchomienie instalacji

Instalację może uruchamiać osoba mająca wymagane kwalifikacje

1. Włączyć sprężone powietrze zasilające pneumatykę
2. Sprawdzić w szafie z rozdzielaczami pneumatycznymi ciśnienie sprężonego powietrza winno ono wynosić $-0,6\text{Mpa}$
3. Włączyć zasilanie rozdzielnicy RSG4/10 wyłącznikiem głównym IQ1 w przypadku nie załączenia zasilania sprawdzić:
 - położenie przycisków wyłączenia awaryjnego na instalacji 1S5 i na drzwiach szafy 1S4
 - wyłącznik instalacyjny 1F4
4. Włączyć zasilanie obwodów sterowniczych przyciskiem pokrętnym kluczem 2S5 umieszczonym wewnątrz szafy
5. Włączyć zasilanie szafy sterownika SSG4/10 wyłącznikiem IQ1 (zaświeci się lampka sygnalizacyjna ZASILANIE 1H2)
6. Zasiłić sterowanie przyciskiem IS7 START na klawiaturze zaświeci się dioda ZASILANIE
7. Po wyświetleniu się komunikatu na panelu operatorskim
Postój instalacji –sterowanie automatyczne wyłączone i świeceniu przycisku K2
lub
Postój instalacji –sterowanie automatyczne załączone i świeceniu przycisku K1
wybrać:
 - sterowanie automatyczne załączone przyciskiem K1
 - sterowanie automatyczne wyłączone przyciskiem K2
 - sterowanie automatyczne zablokować przełącznikiem 7S7 umieszczonym wewnątrz szafy
8. Dla sterowania automatycznego (programowego) wpisać czas rozpoczęcia i zakończenia pracy instalacji
9. Na klawiaturze umieszczonej na szafie lub w skrzynce zdalnego sterowania przycisnąć przycisk START, instalacja się uruchomi:
 - dla sterowania automatycznego załączonego instalacja przejdzie w stan:
 - OCZEKIWANIA gdy czas bieżący jest poniżej czasu nastawionego
 - ROZGRZEWU gdy czas bieżący jest powyżej czasu nastawionego
 - dla sterowania automatycznego wyłączonego instalacja przejdzie w stan - ROZGRZEWU :
10. Po rozgrzaniu instalacja przechodzi w stan GOTOWOSCI (instalacja gotowa do dopalania) dla opcji sterowania impulsowego stan ten sygnalizowany jest światłem migowym przycisku DOPALANIE GOTOWOSCI
11. Przejście do dopalania:
 - dla opcji sterowania ciągłego jest automatycznie w funkcji pracy wentylatora wyciągowego, stan ten sygnalizowany jest światłem ciągłym przycisku DOPALANIE
 - dla opcji sterowania impulsowego warunkiem włączenia dopalania jest praca wentylatora wyciągowego, dopalanie włączyć przyciskiem DOPALANIE, stan ten sygnalizowany jest światłem migowym przycisku DOPALANIE .Wyłączenie dopalania, dla opcji sterowania impulsowego przyciskiem GOTOWOŚĆ
12. Wyłączenie instalacji przyciskiem STOP na klawiaturze, na panelu operatorskim wyświetli się komunikat „Postój instalacji”, a następnie przyciskiem STOP na szafie lub w skrzynce zdalnego sterowania wyłączyć zasilanie sterownika, świeci się tylko na szafie sterownika lampka ZASILANIE, wyłączyć zasilanie szafy sterownika SSG4/10 wyłącznikiem IQ1

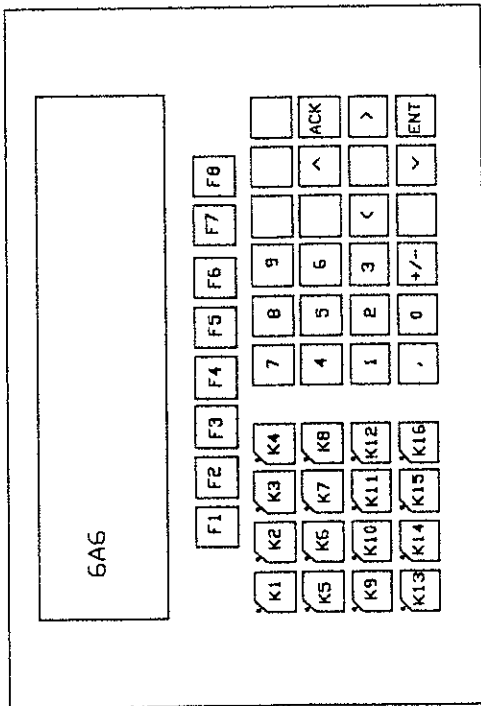


ENVIROS Krahdw ul. Fabryczna 5a tel. 4119231 fax 4117693	Projekt.	mgr inż. R. Papiież	Szafa sterownika SSG4/10 Schemat ideowy	Nrz. rys. SSG4/10-02	Strona 1
	Data	01.03.99			

1 2 3 4 5 6 7 8

1 2 3 4 5 6 7 8

Panel operatorski

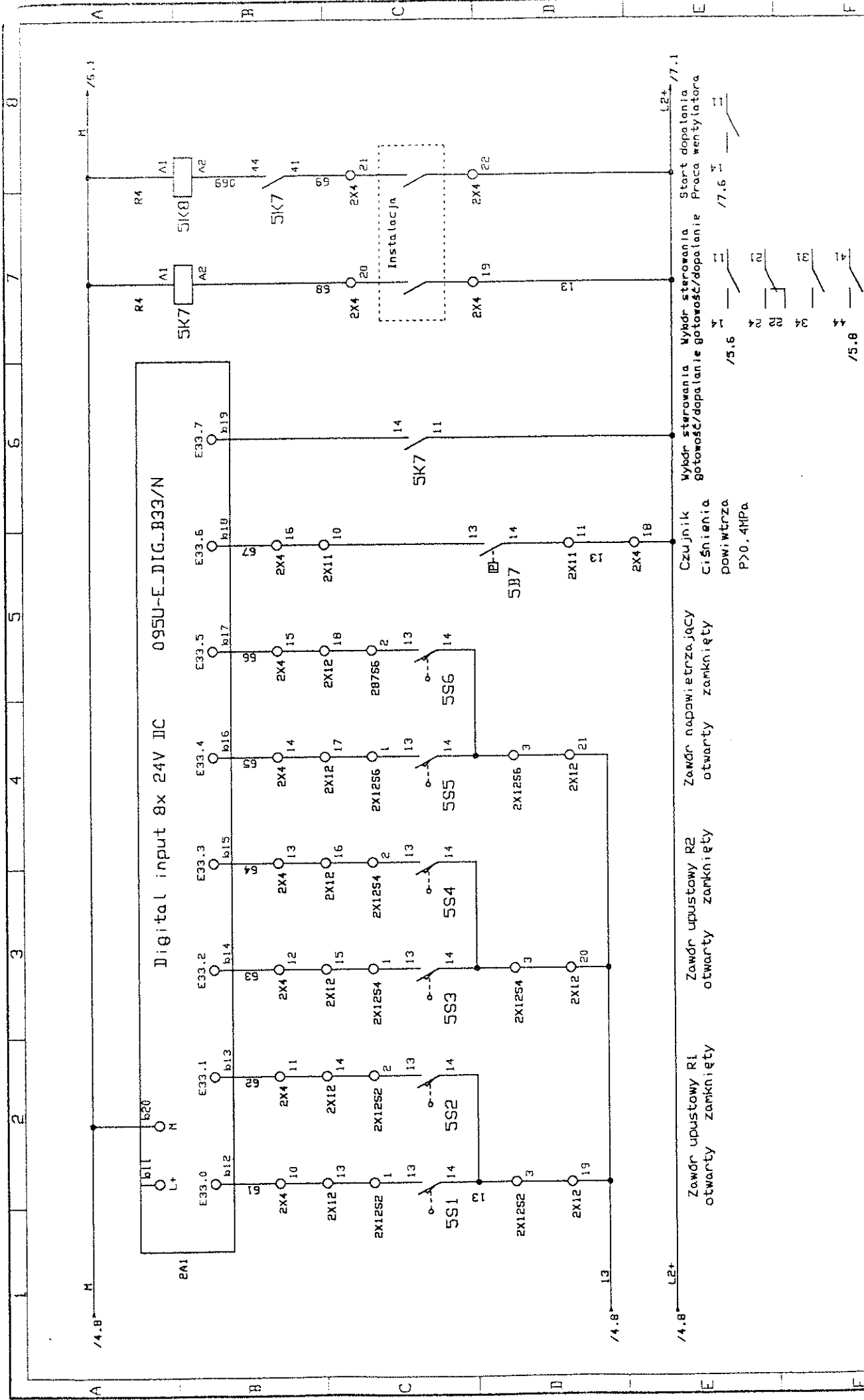


LISTWY ZACISKOWE

- 2X1 - zasilanie szafy S52 lub S58 220VAC
- 2X2 - zasilanie pulpitu sterowniczego PS22 lub PS8
- 2X3 - wyjścia cyfrowe
- 2X4 - wejścia cyfrowe
- 2X5 - wejścia analogowe
- 2X6 - wejścia analogowe pomiar temperatury
- 2X7 - wyjścia analogowe
- 2X10 - pulpit sterowniczy
- 2X11 - skrzynka przyłączeniowa pneumatyki
- 2X12 - skrzynka przyłączeniowa czujników położenia
- 2X12S1...2X12S7 - odgątniki czujników położenia
- 1X...-szfy rozdzielcze instalacji dopalacza KSR22 lub KSR8

PRZYCISKI FUNKCYJNE

- F1 - Sterowanie programowe załączone
- F2 - Sterowanie programowe wyłączone
- F3 - Komunikaty
- F4 - Temperatura-pomiar temperatury:
 - w komorze grzałek reaktor 1 - reaktor 2
 - katalizatora reaktor 1 - reaktor 2
 - gazów wlotowych
 - spalin
- F5 - Wentylator- pomiar obrotów wentylatora 0-3000 obr./min
- F6 - Przepływ-pomiar na wlocie do dopalacza 0-24000(10000) m³/h
- F7 - Podciśnienie-pomiar na wlocie do dopalacza 0-150 Pa
- F8 - Przepływ-nastawa minimalnego przepływu wentylatora dopalacza 0-24000(10000) m³/h
- F9 - Wentylator-nastawy regulacyjne:
 - skok obrotów w %
 - zwłoka czasowa w sek.
- F10 - Temperatury technologiczne:
 - ROZGRZEW/GOTOWOSC-DOPALANIE
 - GOTOWOSC/ROZGRZEW
 - DOPALANIE/ROZGRZEW
 - PRZEJSCIA CZAS REWERSJI TR2/TR3
 - ROZNICA TEMPERATUR R1-R2 / R2-R1 dla rozprzewu
 - ROZNICA TEMPERATUR R1-R2 / R2-R1 dla dopalania
- F11 - Czas rewersji:
 - T1-impulsu
 - T1- rozgrzewu
 - T2-dopalania 1
 - T3-dopalania 2
- F12 - Zegar-nastawa czasu bieżącego
- F13 - Program-nastawa czasu przejścia OCZEKIWANIE/PRACA
- F14 - Hasło



095U-E-DIG-B33/N

Digital input 8x 24V DC

Zawór upustowy R1 otwarty zamyknięty
 Zawór upustowy R2 otwarty zamyknięty
 Zawór napowietrzający otwarty zamyknięty
 Czujnik ciśnienia powietrza P>0.4MPa
 Wybranie gotowości/dopłanie /5.6
 Wybór sterowania gotowość/dopłanie /7.6
 Start dopłania Praca wentylatora /7.1

